

# Ein Beitrag zur Tektonik am Westrand des Subherzynen-Beckens

Hark, Hans Ulrich

Veröffentlicht in:  
Abhandlungen der Braunschweigischen  
Wissenschaftlichen Gesellschaft Band 7, 1955, S. 46-65



Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig

# Ein Beitrag zur Tektonik am Westrand des Subherzynen-Beckens

Von Hans Ulrich Hark

Vorgelegt von Herrn Paul Dorn

Mit 10 Abbildungen

*Abstract: This publication deals with tectonic problems from the cleft- or joint, and minute tectonic aspect. These problems occur on the boundry separating the western edge of the Subherzynian Basin from the eastern edge of the Mediterranean-Myose Zone. What influence has this fault line (already apparent in the pre-salinarian period) had on the tectonic movement of the "Deckgebirge" (post-salinarian strata)? What influences were the particular structures subject to and what effect has the Permian salt had?*

*Besides the tecto-genetic explication of the single structures, there occurred in the transition zone between the compressed structures (which are also proved to be joint- or cleft tectonical) in the East, and the "tension structures" in the West, a much stronger interlacing of the structures than has previously been assumed. In particular transvers folds running towards the SSE have been recognized, and it may very well be that they follow pre-salinarian lines. The structure of the narrow saddles which is often very irregular, may be explained by syn- to post-orogene salt shiftings (Salt Tectonic). In the whole area six main cleft- or joint directions have been found, the varying frequency of which may be explained by the structures belonging to them and by local dislocations.*

*Kurze Zusammenfassung: Vorliegende Arbeit behandelt tektonische Probleme an der Grenze Westrand Subherzynes-Becken — Ostrand Mittelmeer-Mjösenzone. Durch kluft- und kleintektonische Untersuchungen wurde versucht, den Einfluß dieser im Präsalinar vorgezeichneten Störungslinie auf die Deckgebirgstechnik sowie die tektogenetische Stellung der angrenzenden Einzelstrukturen zu klären und das Ausmaß und die Bedeutung der Salztektonik zu erkennen.*

*Neben der klufttektonogenetischen Bearbeitung der Einzelstrukturen wurde besonders in der Übergangszone eine weit stärkere Strukturvergitterung festgestellt als bisher angenommen. Im einzelnen haben diese Querstrukturen SSO-Verlauf und folgen möglicherweise präsalinaren Linien. Der tektonisch immer stark gestörte Bau der Schmalsättel wurde durch syn- bis postorogene Salztektonik erklärt. Im gesamten Untersuchungsgebiet wurden 6 Hauptklufscharen nachgewiesen, deren unterschiedliche Häufigkeiten durch die zugehörige Struktur oder durch örtliche Dislokationen bedingt sind.*

## Inhalt

1. Einführung
2. Kluftgenese
3. Die Dorm-Rieseberg-Achse
4. Die Elm-Struktur
5. Die Asse-Heeseberg-Struktur
6. Der Vienenburger Sattel
7. Das dem Subherzynen-Becken westlich vorgelagerte Gebiet
8. Zusammenfassung

## 1. Einführung

Der Westrand des Subherzynen-Beckens wird von einer von Goslar nach Fallersleben verlaufenden Linie bestimmt, die das OSO betonte Becken zwischen Harz und Flechtinger Höhenzug von der Zone vorwiegend NNO-Streichens trennt. Großräumig ist diese Grenze der Ostrand der Mittelmeer-

Mjösenzone *Stilles*: Die Linie ist nach *O. Keunecke* [10] im präsalinaren Grundgebirge durch einen verstärkten Abfall nach W vorgezeichnet. Welchen Einfluß übte diese Störung auf die Deckgebirgstektonik aus, und wie macht sich der Übergang von den OSO streichenden Elementen zu den NNO verlaufenden bemerkbar? Eine Beantwortung setzt die Kenntnis der räumlichen und zeitlichen Beanspruchung beiderseits der Grenzlinie und damit des tektonischen Charakters der angrenzenden Einzelstrukturen voraus.

Damit werden die Kernfragen saxonischer Tektonik aufgeworfen. Wie ist der Einfluß des als Schmiermittel eingeschalteten Zechsteinsalzes, und wie macht sich seine Eigenschaft, gerichteten Druck allseitig weiterzuleiten, in der Deckgebirgstektonik bemerkbar? Sind die einzelnen Strukturen echte, durch tangential Beanspruchung mit gerichtetem Druck bedingte Falten oder durch örtlich von unten vertikal wirkende Kräfte hervorgerufene Beulen oder in Zerrungszonen intrudierte Salzmassen? Wo findet sich schließlich reine atektonische Salzbewegung und welche Bedeutung kommt ihr zu?

Methodisch wurde das zwischen Oberharz und Allertal beiderseits der Linie Goslar-Fallersleben gelegene Gebiet klufttektonisch aufgenommen und nach Transformation der Diaklase in Verbindung mit Schichtlagerungskarten und Geländeaufnahmen ausgewertet. Über 25 000 Klüfte wurden gemessen und in Verbindung mit Messungsergebnissen anderer Autoren bearbeitet.

## 2. Kluftgenese

Auf die Probleme der Kluftgenese kann in diesem Rahmen nur so weit eingegangen werden, wie es zum Verständnis der tektogenetischen Auswertung erforderlich erscheint. Klüfte sind unstetige Deformationen, die sich nach Überschreiten der Elastizitätsgrenze eines Körpers oberflächennah gebildet haben. Ihrer Entstehung nach werden *Cloossche* Flächen (i. S. von *C. Stieler* [26]) und *Mohrsche* Flächen unterschieden. Während die *Cloosschen* Klüfte ein  $\pm$  senkrecht zur Schichtebene stehendes und unter einem rechten Winkel sich kreuzendes Kluftpaar darstellen, sind die *Mohrschen* Klüfte eine Folge der zwischen den Normalspannungen auftretenden Scherspannungen, wobei der *Mohrsche* (Coulombsche) Reibungswinkel von der Beanspruchungsart und dem Material abhängig ist.

Die *Mohrschen* Flächen sind als solche mechanisch leicht deutbar und werden in ihrem Vorkommen in der Natur häufig überschätzt. Der weit größere Teil der Diaklase dürfte den mechanisch nur unbefriedigend erklärbaren *Cloosschen* Flächen zuzuordnen sein. Hierzu gehören u. a. auch die Trennbrüche *W. Carlés* [3], *L. Müllers* [18], *K. Heinzelmanns* [8]); ferner die Spaltenklüfte von *H. Stremme* [27], ein überwiegender Teil der „gemeinen Klüfte“ *W. Salomons* [22] und seiner Schüler und die „allgemeinen Klüfte“ *F. Lotzes* [16]. Auch möchte ich die Trennbrüche von *F. Lotze* [15] hier einordnen. Ferner sind die Hauptklufscharen von u. a. *H. Börger* [2], *H. Lehmann* [14], *P. Schmidt-Thomé* [24] und *S. Thiele* [28, 29] mit den *Cloosschen* Klüften identisch. Fast alle Bearbeiter erkannten, daß in der Natur diese Klüfte entgegen der mechanischen Erwartung weit überwiegen. Das Gegenteil wird nur in reinen oder überwiegend klufttheoretischen Arbeiten ausgesprochen (u. a. *L. Müller* [18], *A. Ebert* [4]).

Die klufttektonischen Gesetzmäßigkeiten im Gelände erkannte zuletzt H. Stremme [27] an dem leicht gefalteten, aus Oberoligozän aufgebauten Doberg bei Bünde. Hier überwiegen die zur Faltenachse parallel und senkrecht streichenden Klüfte bei weitem. Besonders gut sind die druckparallel verlaufenden Klüfte ausgebildet, also die Spaltenklüfte H. Stremmes.

Die mechanischen Kluftdeutungen bleiben im ganzen recht unbefriedigend, insbesondere für das Zurücktreten der *Mohrschen* Flächen in der Natur. Es überwiegen fast immer die einer Strukturachse parallel und senkrecht dazu verlaufenden Klufthäufungen. Das sind aber die *Cloosschen* Flächen.

Das Ziel einer Kluftbetrachtung muß die tektogenetische Deutung sein. Aus ihren Ergebnissen ist der „Grobbeanspruchungsplan“ aufzustellen. Erst dann wird es möglich sein, die weniger stark in Erscheinung tretenden Kluftrichtungen zu analysieren und sie in Beziehung zur örtlichen Großtektonik zu bringen. Selbstverständlich darf nur eine strukturgebundene Auswertung erfolgen. Die Versuche einer zeitlichen Analyse bleiben nach Literatur und eigenen Erfahrungen unbefriedigend, da die Hauptindizes, die gegenseitigen Verschiebungen, zumeist sekundärer Natur sind.

Tektonik ist angewandte Physik; bei ihr müssen wir daher auf die Erfahrungen der Mechanik und Statik zurückgreifen. Die *Cloosschen* Flächen sind vorhanden; es muß daher auch versucht werden, sie mechanisch zu deuten. Um Vergleichswerte zu gewinnen, müssen aber die vielen unberechenbaren Eigenschaften der Erdschichten weitgehend unberücksichtigt bleiben. Nur einfachste Grenzfälle können klare und auswertbare Ergebnisse schaffen.

Zum mechanischen Verständnis der *Cloosschen* Flächen soll eine homogene Platte unter verschiedenen Beanspruchungen betrachtet werden, wobei vergleichsweise die Platte einer Teilscholle des postsalinaren Deckgebirges entsprechen würde\*).

a) Bei *horizontaler Zugbeanspruchung* in einer Richtung werden auf der Versuchsplatte unter der Voraussetzung, daß die benachbarten Schollen der gleichen Beanspruchungsart unterliegen, vorzugsweise senkrecht zur Zugbeanspruchung streichende Zerrungsspalten bzw. Zerrungsklüfte entstehen.

b) Wird dagegen die Beanspruchung unter obiger Voraussetzung durch einen in einer Richtung *horizontal wirkenden Druck* hervorgerufen, so werden sich überwiegend diagonale Klüfte (*Mohrsche* Flächen) bilden. Untergeordnet treten auch, durch die entstehende Faltung verursacht, senkrecht zum Druck verlaufende Spalten auf.

c) Befindet sich *nur* die *Versuchsplatte* unter *horizontaler Druckbeanspruchung* in einer Richtung und die seitlich angrenzenden Schollen unterliegen keiner oder nur geringer Beanspruchung, so werden wiederum Diagonalklüfte und untergeordnet, senkrecht zur Druckrichtung, Zerrungsspalten auftreten; daneben erscheinen aber in seitlicher Randnähe zur Druckrichtung orientierte und sich oval absetzende Trenn- bzw. Zerrungsklüfte. Diese durchsetzen nur einen Teil der Platte und besitzen keine konstante Streichrichtung.

\*) Herrn Dr. A. Meyer, Institut für Baustoffkunde und Materialprüfung der Technischen Hochschule Braunschweig, bin ich dankbar für wertvolle Hinweise, die er mir freundlicherweise aus seinen Erfahrungen über verschiedenartige Beton- und Gesteinsprüfungen übermittelte.

d) Eine *lineare vertikale Druckbeanspruchung* von unten läßt neben den Diagonalklüften entsprechend der linearen Beanspruchung überwiegend Klüfte gleicher Streichrichtung entstehen.

e) Bei nur *punktförmig vertikaler Druckwirkung* von unten zeichnet sich das Kluftbild durch konzentrische und radial verlaufende Spalten aus.

f) Eine *Scherbeanspruchung* durch unterschiedlich horizontale *Druckwirkung* ruft Diagonalklüfte und, senkrecht zum Druck, vereinzelt, durch die Faltung hervorgerufene Diaklase hervor. Durch die Scherbeanspruchung werden besonders starke, in der Druckrichtung verlaufende Scherklüfte auftreten.

g) War bei obiger *Scherbeanspruchung* die *Scholle* bereits *vorher latent zerklüftet*, so konnten sich an den vorhandenen Trennungsflächen die druckparallelen Scherklüfte besonders ausgeprägt bilden.

Die *Clooschen* Flächen dürften nach diesen mechanisch-statischen Darlegungen insbesondere an Scherbeanspruchung gebunden sein, die mit horizontal oder vertikal wirkenden Druckkomponenten gekoppelt sind. Überwiegen bei den einer Struktur zugeordneten Flächen die Diaklase in der Streichrichtung, so dürfte eine lineare vertikale Druckkomponente in Form des Salzauftriebes aktiv bei der Auffaltung mitgewirkt haben. Überwiegen die druckparallel verlaufenden Klüfte, so müssen horizontale Druckkomponenten die Hauptursache gewesen sein. Diese klufttheoretischen Ausführungen haben bei der regionalen Untersuchung durch das nun einmal vorhandene räumlich-gesetzmäßige Auftreten von Kluftscharen ihre volle Bestätigung erfahren.

### 3. Die Dorm-Rieseberg-Achse

#### a) Die klufttektonischen Untersuchungen

Schlechte Aufschlußverhältnisse, daher nur 12 Brüche bearbeitet. Es treten 6 Kluftrichtungen auf (Abb. 1). Beherrschendes Kluftpaar im Dorm entgegen Darstellungen *K. Ducksteins* [6]\*) das 35/120°-System, wobei die

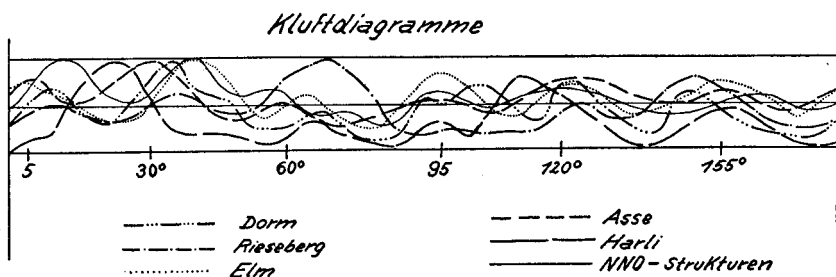


Abb. 1. Die Kluftdiagramme der verschiedenen Strukturen

\*) Eigene Messungen weichen im Dorm von den Ergebnissen *K. Ducksteins* ab, da dieser als beherrschendes Kluftpaar sein frankonisch/antifrank. System (etwa 60 und 150°) angibt. Das von *Duckstein* charakteristisch für den Gesamtdorm bezeichnete Kluftdiagramm ist nach seinen Angaben dem Unteren Buntsandstein entnommen. Nach eigenen Messungen gibt dieses Diagramm nur Kluftverhältnisse in dem Aufschluß Schachtanlage Gewerkschaft Beienrode wieder, wo für den Dorm einmalig das 65/150°-System zum beherrschenden Kluftsystem wird.

35°-Schar überwiegt; möglicherweise an Sattelflanken stärker ausgebildet als im Kern. Hier erlangen NS- und OW-Klüfte mehr Bedeutung. Drittes nachgewiesenes Kluftpaar hat Höchstwerte zwischen 65 bis 70° und um 150°. Beherrschend nur am Rieseberg, wo im Streichen liegende Klüfte ihre Komplementschar weit überwiegen, auch von *K. Duckstein* [6] festgestellt (Abb. 2).

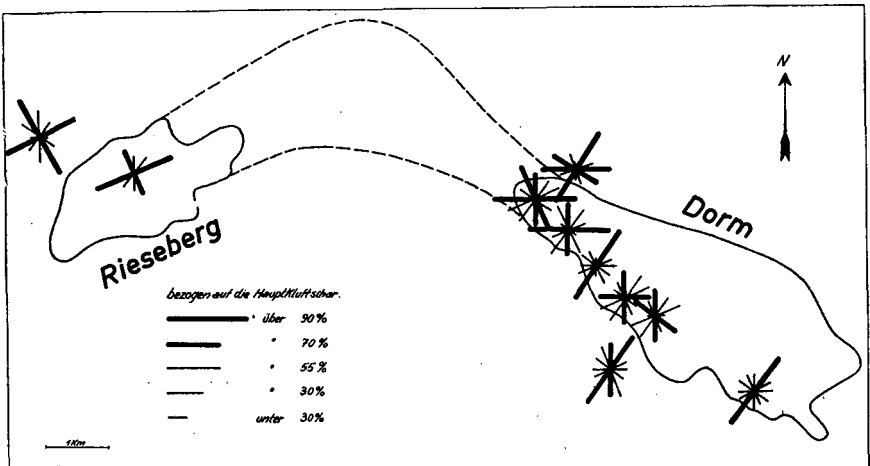


Abb. 2. Die Kluftausbildung am Dorm und Rieseberg (die Kluftrosen werden hier und im folgenden der besseren Auswertung wegen durch ihre Kluftscharen wiedergegeben)

#### b) Die Salztektunik am Dorm

Die eigenartige Horstform des Dorms findet immer nur am Rande Erwähnung. Eine nähere Betrachtung zeigt, daß die Sattelachse nicht nur nach NW, sondern in Richtung der Helmstedter Mittelschwelle auch nach SO ansteigt\*\*). Im Gebiet des Dorms haben wir also eine Depression der Strukturachse vor uns. Beachtlich erscheint, daß hier der Faltenbau gleichzeitig relativ ungestört ist, und daß quer zur größten axialen Einmündung der Dorm seine größte Breite erreicht. Die äußersten Randpartien des Horstes werden im Depressionsgebiet vom Mittleren Keuper eingenommen, also von den Schichten, die beiderseits des Dorms unter dem Tertiär anstehen. Die Randverwerfungen des Horstes zeigen hier nur minimalste Werte. Anders ausgedrückt besagt das: Wo die Sattelaufpressung stark war und heute Unterer Buntsandstein ausstreicht, haben wir nahe der Hebungsachse große Verwerfungsbeträge, wo aber die Aufpressung geringer war, im Depressionsgebiet, fehlen die Randverwerfungen bzw. stellen sich erst weitab der Sattelachse mit nur geringen Beträgen ein.

Eine Aufpressung des Deckgebirges zieht in ihrem Kern plastisches Zechsteinsalz nach. In die Kulminationspunkte der Sattellinie muß wesentlich mehr Salz aus der Umgebung eingewandert sein als in die Depressionsgebiete.

\*\*\*) Unabhängig von den eigenen Untersuchungen kam *G. Manger* [17] am Helmstedter Mittelsattel zu den gleichen Ergebnissen.

Die Folge muß ein verstärkt sekundäres Nachsinken bzw. Einbrechen der Randgebiete sein. Die Höhe der Sattelaufwölbung scheint in einem proportionalen Verhältnis zu ihren Randverwerfungen zu stehen.

Dies zeigt sich bei den auf posthumer Bahnen gleitenden Randverwerfungen des Dorms. Während wir im Depressionszentrum eine normale Steilaufsattelung des Dorms vor uns haben, ergibt sich erst auf der Höhe der Schachtanlage Beienrode der eigentliche Horstcharakter. Hier bewirkte die stärkere Heraushebung des Sattels ein seitliches Nachwandern des Zechsteinsalzes. Diese Salzabwanderung verursachte ihrerseits ein Nachsinken der angrenzenden Deckgebirgsschollen und auch der Sattelflügel. Die Horstnatur des Dorms beruht also weniger auf Heraushebung als auf Einsinken der Randpartien.

### c) Tektonogenese

Am Dorm und Rieseberg überwiegen die dem Streichen parallel und senkrecht verlaufenden Kluftscharen. Für den Rieseberg ist dieses das 70/150°-Kluftpaar, für den Dorm sind es die Scharen um 35 und 120°. Die beherrschende Stellung der beiden Kluftscharen ist mit der Entwicklungsgeschichte des Dorms und des Riesebergs gekoppelt. Beide Gebiete sind unter verschiedenen Beanspruchungsverhältnissen entstanden. Im Rieseberg überwiegen die Klüfte parallel zur Sattelachse, im Dorm die Klüfte senkrecht zum Schichtstreichen. Da im Dorm die starke Kluftausbildung senkrecht zur Sattellinie nur durch eine horizontal wirkende Druckkomponente erklärbar ist, müssen tangential wirkende Faktoren bei seiner Auffaltung mitgewirkt haben. Im Gegensatz dazu weist am Rieseberg die Überbetonung streichender Klüfte auf eine linear-vertikale Beanspruchung hin, die großräumig durch eine SO/NW-liche Zerrungstendenz bedingt sein muß. Die so vermutete Rieseberger Zerrungstörung könnte evtl. mit den großen horizontalen Verschiebungen im Allertal nordwestlich Schacht Heidwinkel in Verbindung stehen.

Der Dormsattel ist unter Mithilfe tangentialen Druckes entstanden. Wo diese Pressungslinie in den Zerrungsbereich der Mittelmeer-Mjösenzzone stößt, hat das unter Druck plastisch gewordene Salz — dem Weg des geringsten Widerstandes folgend — die erste kreuzende Zerrungsspalte zur Entspannung benutzt. Der Rieseberg, als Zerrungszone angelegt, wurde so durch vertikalen Salzauftrieb in einen aufgepreßten Salzhorst umgeformt (Schmalbeule).

Die südwestliche Umbiegung des Rieseberges hat möglicherweise ihren Grund in den höheren Zerrungsspannungen, die durch größere Sedimentmächtigkeiten im Inneren der Subherzynen Mulde auftreten. Durch den westlichen Abbruch des Subsalarins entstanden mit größerer Mächtigkeit des Deckgebirges auch größere Zerrungsspalten an der Oberfläche. Eine gleichfalls zum Subherzynen-Becken abbiegende Strukturachse tritt am Nordende des Lutterer Sattels auf.

Von den übrigen Kluftrichtungen ist nur das Hervortreten NS und OW streichender Scharen im mittleren Dorm erwähnenswert, die hier in keinem sichtbaren Zusammenhang zur Großtektonik stehen. Klufttektonisch nicht zu beurteilen bleibt die zuletzt von K. Duckstein [6] ausgesprochene Annahme, daß die Gesamtstruktur in ihrer räumlichen Lage an einen Schollenrand gebunden ist.

#### 4. Die Elm-Struktur

##### a) Die klufttektonischen Untersuchungen

Im Unteren Muschelkalk durch Steinbaubetrieb gute Aufschlüsse. 16 Brüche bearbeitet. Diaklase stehen fast durchweg senkrecht zur Bankung und weisen 6 Kluftscharen auf (Abb. 1). Der Obere Muschelkalk wurde besonders bei Erkerode und Schöningen bearbeitet (11 Aufschlüsse). Unterschied in den beiden Diagrammen des Muschelkalks durch räumliche Lage der Steinbrüche bedingt. Für Stockwerkklüftung keine Anhaltspunkte.

40°-Schar beherrschend im W und NW des Elms. Ein Trochitenkalkbruch bei Erkerode zeigt durch Überlagerung von zwei Scharen Kluftanreicherung um 50° im Streichen des Wabetals. 125°-Schar überall dort, wo sie das Schichtstreichen rechtwinklig schneidet, mehrmals leicht aufgespalten, aber durch Minima von den benachbarten Scharen abzutrennen. 95°-Klufttrichtung ähnlich letzterer Schar. Bei Erkerode Überlagerung mit 65°-Richtung, bedingt durch Störung. Beide Komplementrichtungen getrennt und selbständig entwickelt.

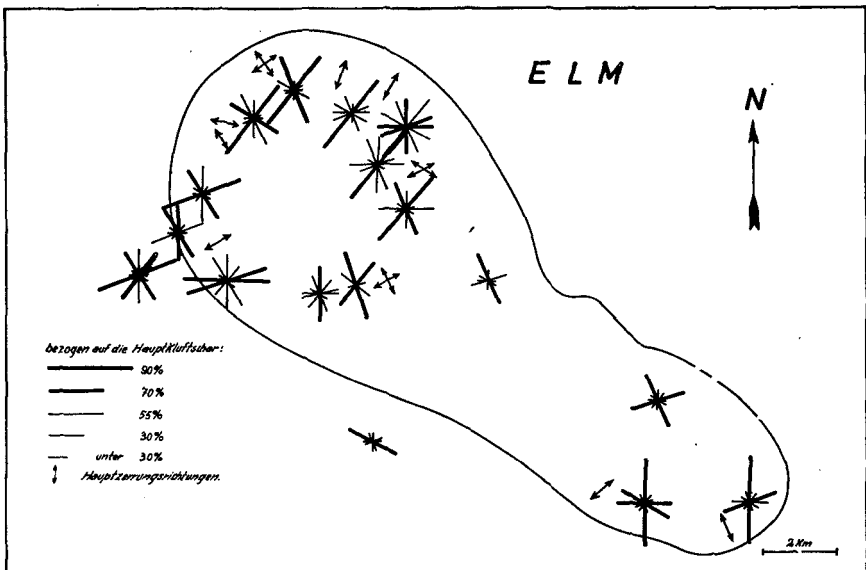


Abb. 3. Kluftausbildung und Hauptzerrungsrichtungen im Elm

Erdfälle dürften kaum die Ursache sein, da bei Dolinenbildung nur alte Klüfte weiter aufreißen. 155°-Schar erreicht größte Häufigkeit, wo sie rechtwinklig zum Schichtstreichen verläuft. Die 5°-Klüfte zeigen mehrmals leichte Aufspaltung. Ein Höchstwert von 170° bei Erkerode liegt zwischen der 155°- und der 5°-Schar, die beide noch andeutungsweise erscheinen. Da Komplementrichtungen normal nebeneinander erscheinen, handelt es sich um eine einfache Überlagerung beider Scharen. Die 5°-Schar ist ebenfalls an Orte gebunden, wo das Streichen rechtwinklig geschnitten wird.



Die Kluftrichtungen weisen eine gute Richtungsbeständigkeit auf, erscheinen aber unterschiedlich stark. Der Grund ist eine Abhängigkeit vom Schichtstreichen, denn am stärksten ausgebildet sind die Diaklase, die  $\pm$  senkrecht und parallel zum Schichtstreichen verlaufen. Dadurch ergibt sich für den Westteil des Elms eine radialstrahlige und eine umlaufende Anordnung der Hauptkluftrichtungen. Ähnlich verhält sich auch der östliche Teil des Elms.

### Strukturdarstellung des westlichen Elms

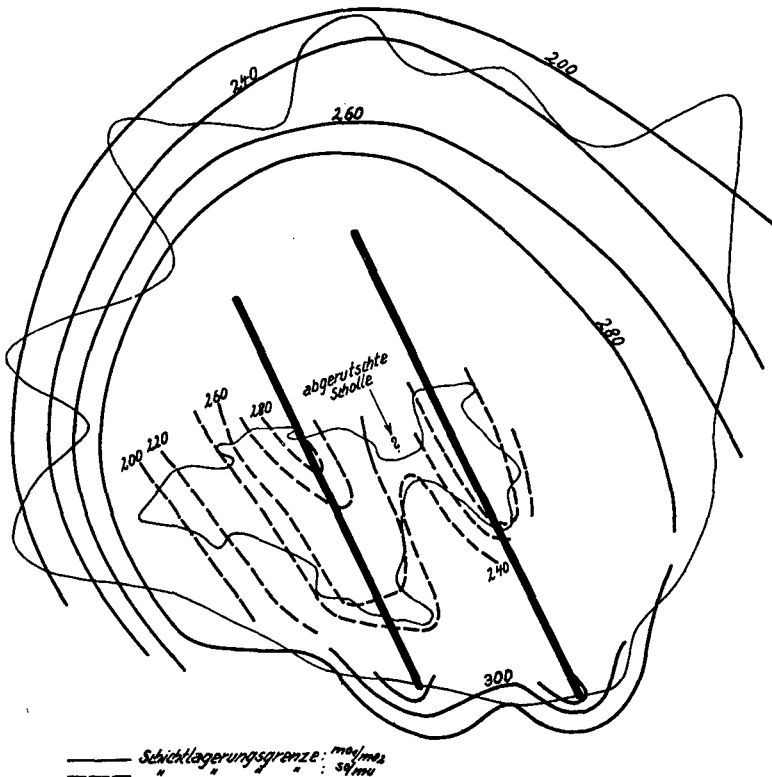


Abb. 4. Schichtlagerungskarte des Westelms

#### b) Strukturkarte

Zusammenhängende Darstellung von Schicht-Streichkurven nur für den Westelm möglich. Aus den Schichtgrenzen Röt/Unterer Muschelkalk und Unterer/Mittlerer Muschelkalk wurde die Strukturkarte (Abb. 4) angelegt. Daraus ergeben sich zwei parallel verlaufende, um  $155^\circ$  streichende Aufwölbungen, die nach N flach, zum Süden stärker eintauchen.

### c) Die morphologisch-tektonischen Beziehungen im Elm

Im *Erosionsfenster* des *Reitlings* streicht als ältestes der Röt aus. Beide NNW-SSO-Ausweitungen des Reitlingtales fügen sich dem durch die Strukturkarte nachgewiesenen  $160^\circ$  streichenden Doppelsattel ein. Die den Sattelachsen folgenden Breitausdehnungen des Wabetales sind durch Erosion freigelegt. Hier hat die Wabe zuerst die liegenden Röttone angeschnitten, und von hier setzte auch neben der Tiefenerosion in streichender Verlängerung der aufgefalteten Rötschichten die nur hier leicht mögliche Breitenerosion ein. Auch morphologisch lassen sich durch den Isohypsenverlauf im nördlichen Teil des Westelms zwei parallel zueinander um  $160^\circ$  streichende Hebungsgebiete erkennen, die nach S auf die Reliefumkehrung zeigenden Querausweitungen des Reitlingtales stoßen.

Größere *Dislokationen* sind nicht bekannt. Die im Trochitenkalk bei Erkerode auftretenden Falten streichen  $\pm$  parallel zum Schichtabfall und sind Hangrutschungen auf dem liegenden Mittleren Muschelkalk. Weitere Abschiebungen erwähnt A. Ebert [4] aus dem Schöninger Salinengebiet. Die in den dortigen Steinbrüchen zu beobachtenden Dislokationen sind atektonisch. Eine Detailaufnahme ergab dolinenartige Senkungsgebiete.

Auf die große Anzahl kleinster Abschiebungen weist schon P. Woldstedt (Erl. Bl. Schöppenstedt) hin. Sie sind in jedem Steinbruch anzutreffen. Diese Verwerfungsrichtungen ordnen sich durchweg den Kluftscharen ein. Die Bewegungen während der Aufbeulung haben sich also nur auf bereits vorhandenen bzw. im Sinne von F. Lotze [16] latent vorgebildeten Klüften abgespielt. Das Muschelkalkgewölbe ist so ein Schollenmosaik, wobei sich an den Schollenkanten weitgehend die Hebungsvorgänge abspielten.

### d) Tektonogenese

Für den Gesamtelm ist kein bestimmtes Kluftsystem bezeichnend. Vielmehr erscheinen die örtlichen Hauptklufttrichtungen im Schichtstreichen und senkrecht dazu, so daß sich eine umlaufende und eine radialstrahlige Anordnung ergibt. Diese weisen im Westelm weniger auf die Gesamtaufwölbung als auf eine SSO gestreckte Kuppel hin.

Da auch für den Ostelm die wenigen Aufschlüsse eine ähnliche Kluftorientierung erkennen lassen, können klufttektonogenetisch eine westliche und eine östliche Kuppel innerhalb der Gesamtaufwölbung nachgewiesen werden. Im Zwischengebiet der Aufwölbungen wird die Klüftung unregelmäßiger und weist Beziehungen zum Gesamtelm auf.

Räumlich beständiger tritt lediglich die  $40^\circ$ -Schar im äußersten NW auf. Ich sehe hierin keine Beziehungen zum Rieseberg (K. Duckstein [6]), da dieser ONO streicht, sondern zu dem gleichfalls NNO verlaufenden Westabbruch des Subherzänen-Beckens. Auch das OW-Streichen der von Duckstein erwähnten Brunsleberfelder-Quermulde läßt sich nicht sicher bestätigen.

Die klufttektonisch sich andeutende SSO-Erstreckung der westlichen Teilaufwölbung wird durch die Strukturdarstellung bestätigt, die eine parallel verlaufende SSO-Doppelstruktur erkennen läßt. Diese taucht nach N flach ein und erscheint im S abgebrochen. Auch morphologisch deutet sich die Quergliederung des Westelms an.

Die räumliche Anordnung der Hauptkluftscharen läßt tektogenetisch den Gesamtarm als eine leicht südvergente Breitbeule erscheinen, die strukturellmäßig durch zwei SSO streichende Teilaufwölbungen charakterisiert wird. Die die Beule verursachenden, örtlich vertikalen Kräfte können großräumig natürlich durch tangential Beanspruchung mobilisiert worden sein. Ob die Richtungsdiskrepanz zwischen Gesamt- und Teilaufwölbungen durch zeitlich unterschiedliche Beanspruchungen verursacht wurde, kann mikrotektonisch nicht geklärt werden.

Ergänzt werden diese Ergebnisse durch im Elm allseitig auftretende Zerrungsrichtungen (Abb. 3) und durch das Fehlen von Pressungsformen. Beobachtete Falten sind auf Hangrutschungen oder auf die mit der Entstehung von Dolinen zusammenhängenden Senkungen zurückzuführen. Mit Ausnahme des steiler einfallenden Südflügels erfolgte die Aufbeulung im wesentlichen durch gegenseitige Schollenverschiebungen an den Hauptklufttrichtungen, die bei der Auffaltung daher schon vorhanden gewesen sein müßten.

## 5. Die Asse-Heeseberg-Struktur

### a) Die klufttektonischen Untersuchungen

Aufschlußverhältnisse im Assebereich sehr unterschiedlich, besonders ungünstig im Zwischengebiet zwischen Asse i. e. S. und Heeseberg. Im Strukturbereich 26 Aufschlüsse bearbeitet. Für den Heeseberg wurden Ergebnisse K. Ducksteins [6] mitübernommen.

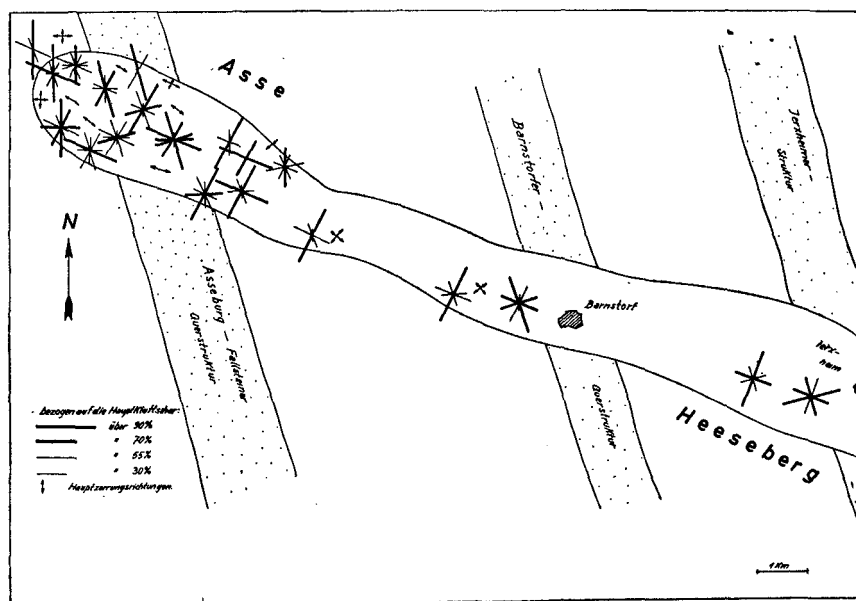


Abb. 5. Asse-Heeseberg-Struktur, Kluftausbildung, Hauptzerrungsrichtungen und Querstrukturen (Lage der einzelnen Klufttessen z. T. unwesentlich geändert)

Kluftdiagramm (Abb. 1) zeigt wiederum 6 Gipfelwerte bei 5, 30–35, 60, 90–95, 120–125 und 150–165°. Hauptkluftsystem wird von dem der Struktur parallel verlaufenden 35/125°-System gebildet, wobei die 35°-Schar am stärksten ausgebildet ist. Über die ganze Asse verteilt, tritt es örtlich nur dort zurück, wo der Struktur fremde Elemente in Erscheinung treten. Klüfte des 60/160°-Systems weisen gemeinsam betrachtet räumliche Gesetzmäßigkeiten auf (Abb. 5). Bei geringen Gesamtanteilsprozenten finden sich Klüfte auf engstem Raum stark gehäuft im mittleren Teil der Westasse, nördlich Wittmar und andeutungsweise auch westlich Barnstorf. Für den Heeseberg erwähnt K. Duckstein [6] dieselbe Erscheinung in Verbindung mit dem Jerxheimer Quersattel. Das 5/95°-Kluftnetz ist stark am Westende der Asse und schwächer auf der Linie Groß Vahlberg-Remlingen angehäuft.

#### b) Die Lagerungsverhältnisse

Seiger einfallende Schichten bereiten einer Anfertigung von Schichtlagerungskarten größte Schwierigkeiten. Für die Asse i. e. S. wurde versucht, Hebungstendenzen strukturmäßig zu erfassen (Abb. 6). Von einer Bezugslinie

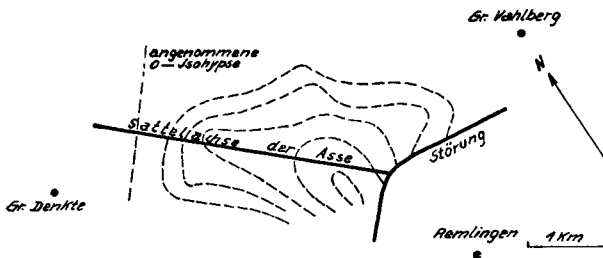


Abb. 6. Die Hebungstendenzen der Westasse. Von einer 0-Linie ausgehend bezogen auf die su/sm-, mu/so- und mo<sub>2</sub>/ku-Grenzen. Isohypsen im Abstand von 7,5 m

ausgehend, wurden die relativen Höhenzunahmen der austreichenden Schichtgrenzen: Unterer/Mittlerer Buntsandstein, Röt/Unterer Muschelkalk und Oberer Muschelkalk/Keuper in Beziehung gebracht. Die im Abstand von 7,5 m erhaltenen Strukturisohypsen zeigen einen ziemlich gleichmäßigen, im Süden durch die Vergenz besonders betonten Anstieg nach O. Dieser ist infolge der nördlich Remlingen durchsetzenden Diagonalstörung abgebrochen. Weiter kommt der Asseverlauf und die stark gehobene Sattellinie zum Ausdruck. Daneben macht sich eine NS verlaufende Querstruktur in Höhe der Asseburg bemerkbar.

#### c) Die Salztektonik an der Asse

Der Bauplan des Asse-Heeseberg-Zuges zeigt strukturelle Gesetzmäßigkeiten. Einmal steht das starke Hervortreten des der Struktur zugeordneten 35/125°-Kluftsystems im Gegensatz zu dem unregelmäßigen Gesamtbau. Weiter steht der südvergente ziemlich störungslose Schmalsatteltypus im W (Asse i. e. S.) und O (Heeseberg) einem scheinbar nordvergenten, stark gestörten Mittelabschnitt gegenüber. Im letzteren ist die Nordflanke des Sattels unterdrückt, und das Salinar erscheint nicht mehr konkordant sondern diapirförmig.

Auf dem unterdrückten Nordflügel bleiben im Mittelabschnitt zur Neokomzeit die Vahlberger Doggermulde, rezent tertiäre und pleistozäne Ablagerungen erhalten. Da derartige Lagerungsstörungen auch an anderen Schmalsätteln zu beobachten sind, sehe ich hierin immer wieder auftretende Gesetzmäßigkeiten, die weitgehend den heutigen Bau der Schmalsättel bestimmen. Daraus habe ich auch für den Bauplan der Asse nachstehende Vorstellung gewonnen.

Wie die Lagerungsverhältnisse am Dorm lehren, sind die Gebiete stärkster Flankenunterdrückung an die axial höchsten Punkte der Sattelscheitel gebunden. Dies trifft auch für den Mittelabschnitt der Asse zu. Während die beiden äußeren Abschnitte dem südvergenten Schmalsatteltypus entsprechen, floß das Salz im Mittelabschnitt durch die Südvergenz von der Nordflanke fort in den besonders stark gehobenen Sattelkern. Da hier das aufgefaltete Deckgebirge frühzeitig vom aufdringenden Salz durchbrochen wurde, konnte sich letzteres selbständig unter ständigem Nachwandern von den Flanken her zu salzstockartigen Gebilden entwickeln\*).

Schon zur Neokomzeit müssen sich diese Bewegungen bemerkbar gemacht haben, denn die die Asse quergliedernde kimmerische Doggermulde (*J. Weigelt*, *E. Voigt* [30]) ist auf dieses Gebiet beschränkt und dürfte m. E. diesen salzabwandernden Bewegungen ihr Vorhandensein verdanken.

Dem Einwand, daß hier Ursache und Wirkung verwechselt wären, möchte ich folgendes entgegenhalten: Warum dellen sich die Flanken nur an Steilsätteln und an Salzstöcken ein? Wäre die Ursache tektonisch, dürften ähnliche Erscheinungen auch in den Zwischengebieten, zumindest aber an den hoch liegenden Breitsätteln zu beobachten sein. Weiterhin bildeten sich diese Eindellungen erst nach der Auffaltung und überwiegen dort, wo das Salinar zutage austreicht bzw. ausstrich.

Das Salz wird — entsprechend seinen physikalischen Eigenschaften — den tektonischen und statischen Beanspruchungen anders, d. h. mobiler begegnen als sein Hangendes. Streicht das Salinar erst zutage aus, so wird es, dem Weg des geringsten Widerstandes folgend, hier auszuweichen suchen. Diese atektonischen Salzbewegungen werden wohl durch tangential, tektonische Beanspruchung primär angeregt worden sein.

#### d) Der Hedwigsburger Salzstock

Die klufftektonischen Untersuchungen (5 Aufschlüsse) ergaben eine starke Betonung NS und SSO verlaufender Diaklase sowie allseitig auftretende Zerrungsrichtungen. Es überwiegen ausschließlich im Streichen des Salzstockes verlaufende Klüfte. Damit deutet sich hier das nach W beginnende Vorherrschen NS streichender Elemente an. In Verbindung mit den auftretenden NS orientierten Zerrungsspalten bestimmten sie indirekt die Westgrenze der Asse.

#### e) Die Kluftausbildung am Nordrand des Fallsteins

Am Fallstein konnte wegen der Zonengrenze nur die nordwestliche Keuperummantelung bearbeitet werden. Am häufigsten tritt die 155°-Schar auf,

\* ) Auf salztektonische Flankenbewegungen machte *P. Woldstedt* [31, 32] aufmerksam. Von der Helmstedter Mittelschwelle beschrieb *G. Manger* [17] ähnliche Bewegungen.

und zwar auch dort, wo nicht nur das Schichtstreichen rechtwinklig geschnitten wird.

#### f) Tektonogenese

Die Kluftuntersuchungen zeigen das klare Herausragen des zur Struktur parallel und senkrecht verlaufenden Kluftpaares ( $35/125^\circ$ ). Da die senkrecht zur Sattelachse streichende Richtung ( $35^\circ$ ) überwiegt, muß für die Gesamtasse tangential wirkender Druck als Ursache der Auffaltung angenommen

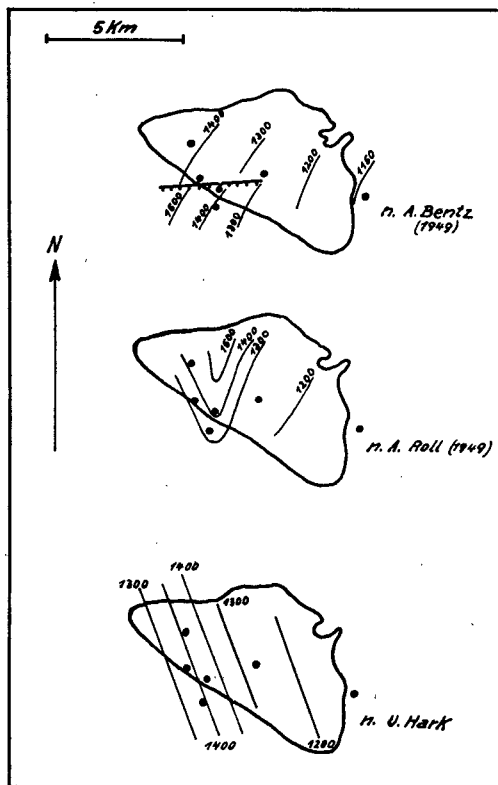


Abb. 7. Strukturskizzen der präsalinen Oberfläche im Fallstein

werden. Primär wurde ein ziemlich einheitlicher Schmalsattel geschaffen, wie das einheitliche Auftreten dieses Kluftsystems zeigt.

Die am Westrand der Asse und am Ösel hervortretenden  $5^\circ$ -Klüfte stehen mit NS streichenden Zerrungszonen in Verbindung. Nach der geologischen Spezialkartierung hat der austreichende Zechstein bei Groß Denkte NS-Verlauf. Danach dürfte die Asse hier auf eine gleichverlaufende Zerrungsspalte stoßen, die den Westrand der Struktur räumlich bestimmt. Das unter tangentialen Druck stehende Salz stieg in die sich quer vor die Asse legende Zerrungszone auf, ohne daß es zu einer regelrechten Sattelumbiegung — ähnlich der am Rieseberg — kam.

Der Hedwigsburger Salzstock (mit dem Ösel) erscheint als ein in einer NS-Zerrungszone aufgedrungener Salzdiapir.

60/160°-Klüfte sind in der mittleren Westasse, bei Barnstorf und am Heeseberg stark angereichert, in den Zwischengebieten treten sie sehr zurück (Abb. 5). Da auch für den mittleren Teil der Westasse die Strukturdarstellung (Abb. 6) in Verlängerung der Braunschweiger Achse eine NS verlaufende Querausbeulung andeutet, macht sich in Höhe der Asseburg die Verlängerung der Braunschweiger Achse in Form einer leichten Queraufwölbung bemerkbar. Südwärts deutet sich diese noch in den Ausstrichgrenzen der Muschelkalk-Keuperschichten an. Auch die starke Betonung 155° verlaufender Klüfte am Fallstein dürfte mit dieser Querstruktur im Zusammenhang stehen. Gleichverlaufende Strukturrichtungen ergeben sich auch aus den Tiefbohrungen im Fallstein (Abb. 7).

Eine weitere Kluftanreicherung des 60/160°-Systems macht sich am Barnstorfer Salzstock bemerkbar. Die hier auftretenden SSO streichenden Klüfte liegen in Verlängerung der Reitlinger Querstruktur und zeigen nach S auf das gleichstreichende Nordende des Huy. Auch hier deuten die Klüfte in Verbindung mit dem Salzstock eine über die Asse verlaufende Queraufwölbung, die nach S verlängerte Reitlinger Querstruktur, an.

Für den Heeseberg hat bereits K. Duckstein [6] den ebenfalls an einen Salzstock gebundenen Jerxheimer Quersattel erkannt.

## 6. Der Vienenburger Sattel

### a) Die klufttektonischen Untersuchungen

Bearbeitet wurden 19 Aufschlüsse. Die auftretenden Kluftrichtungen gehen aus dem Diagramm (Abb. 1) hervor. Die deutlichsten Maxima liegen

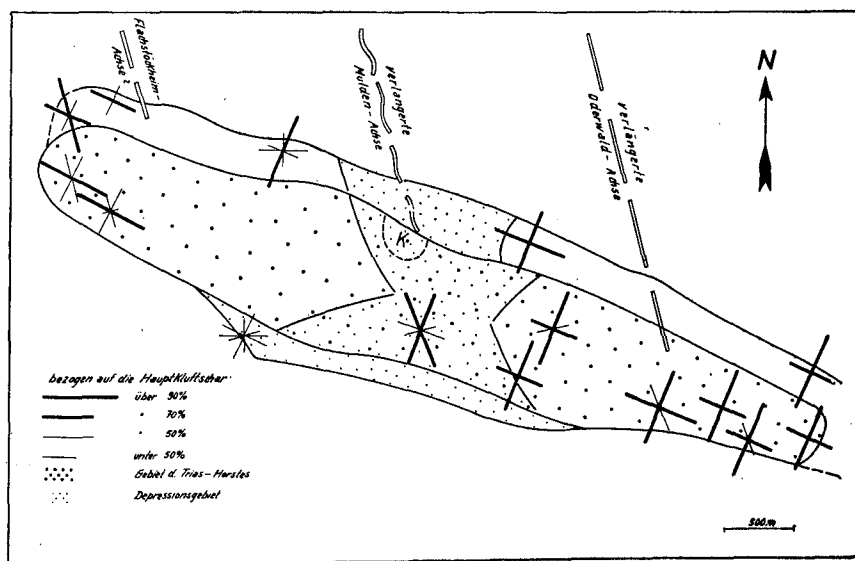


Abb. 8. Harli-Struktur, Kluftausbildung sowie Darstellung des flexurartig gehobenen Triashorstes und der auftretenden Querelemente

bei 25 und 110°, also im Streichen des Sattels und senkrecht dazu. Die 25°-Schar überwiegt. Im Südflügel und am Westende verliert die 25°-Richtung an Bedeutung. Von einer allgemein untergeordneten Stellung dieses Systems im westlichen Harli kann aber im Sinne von *K. Duckstein* [6] nicht die Rede sein. 65/155° streichende Klüfte sind im ganzen ohne Bedeutung, nur am Westende des Harli reichern sie sich an.

#### b) Dislokationen und Salztektonik

Die Hauptstörung im Sattel ist die von *A. v. Koenen* [10] erwähnte streichende Längsverwerfung, an welcher der Nordflügel herausgehoben wurde. Im mittleren Abschnitt erscheinen größere Verwerfungen, die den Nordflügel diagonal durchsetzen und im Neokom ausklingen. Vom Südflügel werden sie scharf abgeschnitten. Der Ausbiß des Rogensteins ist nach S versetzt und erscheint im Streichen ausgedehnter. Diese Lagerungsstörung ist durch eine Depressionslage der Mittelscholle bedingt. Auch für den Südflügel muß hier eine ursprüngliche Depressionslage vermutet werden. Die Südflanke streicht nur im mittleren Abschnitt zutage aus. Ost- und westlich davon wurde er entweder durch den stärker gehobenen Nordflügel unterdrückt, oder Salzabwanderungen zum dort höher gehobenen Sattelkern bewirkten ein bruchartiges Nachsinken der Südflanken. Voraussetzung für beide Möglichkeiten bleibt eine ursprüngliche Tiefenlage des mittleren Gebietes.

Am Nordflügel des Harli fällt das relativ flache Einfallen der Trias gegenüber dem stärkeren der auflagernden Kreide auf. Von einer gleichmäßigen Zunahme des Fallwinkels im Sinne des Profils von *E. Fulda* [7] kann nicht die Rede sein (zu schneller Übergang der Fallwinkel, weiter fehlt für ein störungsloses Einbiegen der Falten der Raum).

Noch verwickeltere Verhältnisse zeigt der Straßenaufschluß nördlich Vienenburg. Hier fällt der Muschelkalk zwar mit  $\pm 70^\circ$  ein; dafür steht die Kreide seiger oder liegt in überkippter Lagerung vor. Also auch hier wieder weit höhere Einfallswerte der Kreide gegenüber der Trias, obwohl die diskordante Auflage der Kreide ein umgekehrtes Bild ergeben müßte. M. E. ist eine Erklärung für diese Lagerungsverhältnisse nur in einer flexurmäßigen, horstartig verstärkten Hebung des Triasgebietes zu suchen. Da Anhaltspunkte für eine Großstörung fehlen, dürfte die nördliche Randstörung eine durch kleinere Staffelbrüche verstärkte Flexur sein. Da es bei einer horstartigen Heraushebung des Sattelkerns oberflächlich zu seitlichen Entspannungen kommen kann, lassen sich nicht nur das stärkere Einfallen der Kreide sondern auch ihre teilweise überkippte Lagerung zwanglos erklären.

#### c) Tektonogenese

Die Kluffbilder zeigen eine Überbetonung der im Streichen und senkrecht dazu verlaufenden Scharen. Da ein Überwiegen der letzteren (25°) vorhanden ist, dürften tangential pressende Kräfte bei der Auffaltung des Harli mitgewirkt haben. Das 65/155°-Kluffpaar tritt ziemlich ungesetzmäßig auf; möglicherweise besteht eine Beziehung zum Salzgitterer Sattel und zum Depressionsgebiet im mittleren Teil des Harli.



Im Mittelabschnitt der Struktur wurde für den Nordflügel und wahrscheinlich auch für den Südflügel eine grabenartige Depressionszone erkannt, so daß der Vienenburger Sattel dreigegliedert erscheint. Hierin könnten sich großtektonische Linien widerspiegeln. Verlängert man die Oderwaldachse nach S, so trifft man auf die hochliegende Ost-Scholle des Harli (Vienenburger Salzstock). Die streichende Verlängerung der Mulde zwischen Oderwald und Flachstökheim trifft auf die Depressionszone im mittleren Harli. Da die die Depression begleitenden Verwerfungen in der Oberen Kreide ausklingen, dürfte sich die Quergliederung postkimmerisch während des Neokoms abgespielt haben.

Die — entgegen den Erwartungen — höheren Einfallswerte der diskordant auflagernden Kreide gegenüber der Trias wurden durch die Annahme einer flexurartig gehobenen Triasscholle erklärt.

## 7. Das dem Subherzynen-Becken westlich vorgelagerte Gebiet.

### a) Salzgitterer Sattel und Oderwald

Für beide Gebiete sollen hier nur klufttektonische Ergebnisse erwähnt werden, die für die Gesamtbeanspruchung von Interesse sind; für beide Gebiete bestätigen sich die Ergebnisse von *H. Kölbel* [12] und *W. Carlé* [3].

Das Hauptkluftsystem im *Salzgitterer Sattel* ist der Struktur angelehnt. Die senkrecht zum Streichen verlaufenden Kluftscharen treten jeweils am stärksten in Erscheinung. Da dies für die SSO und OSO streichenden Abschnitte gilt, können wir klufttektogenetisch im Einklang mit *Kölbel* tangential wirkenden Druck als Hauptursache der Aufwölbung ableiten.

Für den Oderwald ergab sich auch nach *W. Carlé* [3] die radialstrahlige Anordnung der Kluftscharen und das relative Zurücktreten eines der Struktur zugeordneten Kluftsystems. So erscheint der Oderwald als eine SSO streichende, während des Neokoms aus den Salzstöcken von Thiede und Burgdorf hervorgegangene (Breit-?) Beule.

Beide Gebiete werden wiederum von 6 Kluftscharen charakterisiert, deren Streichen mit den Diaklasrichtungen im Subherzynen-Becken übereinstimmen.

### b) Gebiet der NNO streichenden Störungszonen

Dieses durch junge Überlagerungen überdeckte Gebiet ist schlecht aufgeschlossen und konnte nur mit einem weitmaschigen Kluftnetz (12 Aufschlüsse) erfaßt werden. Von den ausgebildeten 6 Kluftscharen überwiegen ganz klar N und NNO gerichtete Diaklase, die sich stets an die jeweiligen Strukturen anlehnen.

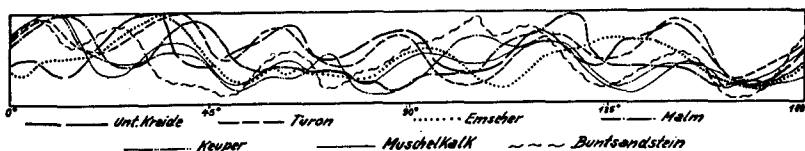


Abb. 9. Die Kluftausbildung in den verschiedenen Formationen (außer dem behandelten Gebiet sind die Klüfte des Lutterer und Rhüdener Sattels sowie der nördlichen Harzrandaufrichtungszone mitberücksichtigt)

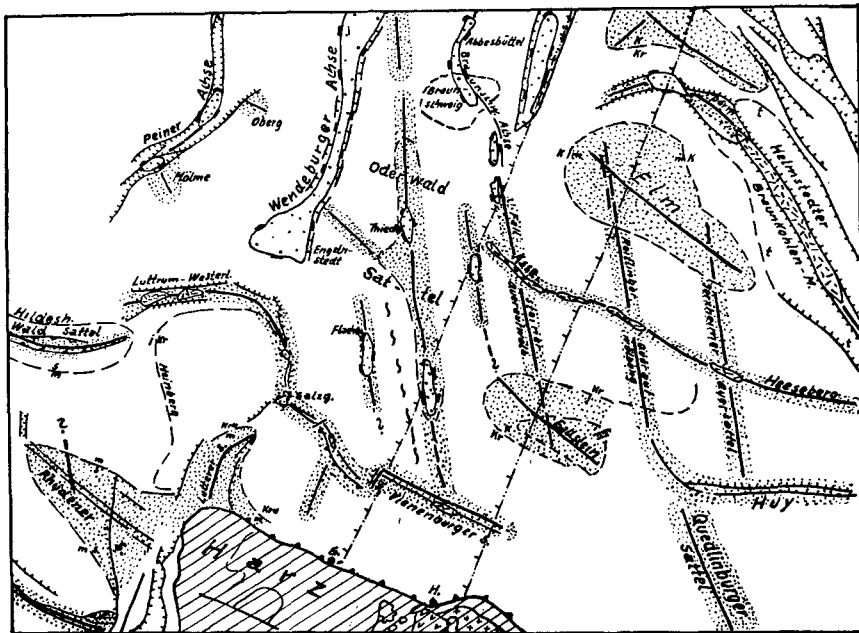


Abb. 10. Tektonische Übersichtskarte nach P. Dorn (5), Querstrukturen ergänzt. Neben den Oberflächenstrukturen sind die den Westrand des Subherzynen-Beckens begleitenden, geophysikalisch vermuteten Staffelabbrüche dargestellt

Im Gegensatz zum Subherzynen-Becken streichen hier die jeweiligen Hauptkluftrichtungen parallel zur Strukturachse und nicht senkrecht dazu, wie im anschließenden Subherzynen-Becken. Dadurch gelangen wir klufttektonogenetisch zu der Vorstellung einer ehemals linearen Beanspruchung, die in Form seitlich wirkender Zerrungen und oder allein durch vertikalen Auftrieb bedingt sein kann. Bei alleiniger OW-Zerrung müßte allerdings die gerade Linie der Hebungszone im Grundgebirge strukturmäßig vorgezeichnet sein. Hierbei bilden vielleicht die Darlegungen von *R. Herrmann* [9] eine die Deckgebirgstektonik erklärende Ergänzung zu der Keilschollentheorie von *A. Kumm* [13].

Somit wird auch kluftektonisch die von *Kumm* und besonders *P. Woldstedt* [32] vertretene Ansicht bestätigt, daß die NS-Störungszonen primär als reine Zerrungsgebilde angelegt waren und erst sekundär durch mehr oder weniger linearen Salzauftrieb zu offenen Sätteln umgeformt wurden.

## 8. Zusammenfassung

Zur *klufttektonischen* Bearbeitung wurden über 25 000 Messungen durchgeführt. Sie ergaben sechs Kluftscharen mit ziemlich beständiger Maximalage um 5, 35, 65, 95, 120 und 155°. Die jeweils örtlich vorherrschenden Diaklasscharen werden durch die Streichrichtung und den tektonischen Charakter der Einzelstruktur bestimmt. Zeitliche Unterschiede in der Kluft-

ausbildung ließen sich kaum nachweisen, wenn auch seit der Kreide die SSO-Richtung stärker betont erscheint (Abb. 9). 86% aller gemessenen Klüfte stehen  $\pm$  senkrecht zur Schichtoberfläche, die restlichen sind Zerrungs- bzw. Überschiebungsklüfte. Da unabhängig von den Einzelstrukturen die Richtung der Scharen über weite Gebiete  $\pm$  konstant bleibt, muß die Anlage der Diaklase älter sein als die örtlichen Faltungen. Auf Grund dieser Gesichtspunkte erscheinen mir die Kluftrichtungen bereits vortektonisch „latent“ angelegt; sie wurden dann durch die tektonischen Beanspruchungen mehr oder weniger ausgeprägt.

Die *tektonische Charakterisierung der Einzelstrukturen* ergab für den Dorm (ohne den Rieseberg), die Asse, den Harli und den Salzgitterer Sattel einen Schmalsatteltypus, der durch überwiegend tangentiale Kräfte beansprucht wurde und seine heutige Form erst nachträglichen salztektonischen Bewegungen verdankt. Die Breitsättel des Elm und Fallsteins sind mit ihren Teilkuppen an SSO verlaufende Querstrukturen gebunden. Während die Einzelkuppen echte Beulen darstellen, haben bei der Gesamtgestaltung der Breitsättel wahrscheinlich tangential ansetzende Kräfte mitgewirkt und ihre Südvergrenz verursacht. Da der Oderwald einen ähnlichen Bau aufweist, werden möglicherweise auch bei seiner Gestaltung tangential wirkende Kräfte auslösend mitgewirkt haben, die ja auch die Auffaltung des z. T. gleichstreichenden Salzgitterer Steilsattels bewirkten.

Die NNO verlaufenden Achsen erwiesen sich dagegen als reine Zerrungsgebilde, die durch linearen Salzaufstieg entstanden. Klufttektonisch muß auch der Rieseberg als die südwestlich gerichtete Fortsetzung der Dormachse hierzu gerechnet werden.

Zwischen Elm und Fallstein wurden parallel zum Oderwald SSO streichende Querstrukturen erkannt. In südlicher Verlängerung der Braunschweiger Achse streicht über die Asseburg bis zum westlichen Fallstein die Fallsteiner- bzw. Asseburg-Querstruktur. Parallel zu ihr folgt im Osten, von der westlichen Elmkuppe über den Barnstorfer Salzstock zum Nordende des Huy, die Reitlinger Querstruktur. Der noch weiter östlich folgende Jerxheimer Quersattel wurde schon von K. Duckstein [6] erwähnt. Auch der Vienenburger Sattel weist gleichgerichtete Querelemente, besonders in Verlängerung des Oderwaldes auf.

Der tektonische Charakter der Querstrukturen ist nicht ganz geklärt, dürfte aber in Übereinstimmung mit dem parallel streichenden Salzgitterer Sattel ebenfalls auf tangential angreifende Beanspruchung zurückzuführen sein. Sie traten stärker erst seit der Kreide in Erscheinung. Ähnlich streichende Quersättel wurden bereits von G. Richter [19, 20] erkannt. Doch konnte weder das kimmerische Alter noch die Verbindung zu den nördlichen Harzspornen bewiesen werden. Auch haben sie ein steileres Streichen als von Richter abgenommen.

Der *Gesamtbeanspruchungsplan* ergibt sich aus den Einzelergebnissen. Danach haben wir für den Nord-Ost-Bereich bzw. für die Süd- bis Westrichtungen tangentiale Druckbeanspruchung, für die Zwischenbereiche (90 bis 180°) Zugbeanspruchungen. Diese Beanspruchungen müssen sowohl für die jungkimmerische wie auch für die subherzyne Gebirgsbildung gelten. Klufttektonisch nicht zu beantworten bleibt die Frage, inwieweit eine Haupt-

beanspruchung für die OSO und SSO verlaufenden Strukturen verantwortlich ist, oder ob entsprechend der starken Betonung der SSO-Elemente in der Kreide eine zeitweilige WSW/ONO-Beanspruchung hinzutrat.

Die *Westgrenze des Subherzynen-Beckens* macht sich klufttektonisch nur indirekt bemerkbar, da die Hauptklufscharen nicht an eine der beiden Großschollen sondern an die jeweiligen Strukturen gebunden sind. Östlich der Grenze überwiegen die unter Einwirkung tangentialer Pressung entstandenen Schmal- und Breitsättel, westlich die salzerfüllten Zug- bzw. Zerrungsrisse. Das Übergangsgebiet ist durch SSO orientierte Strukturen charakterisiert, die viel engmaschiger als bisher angenommen auftreten und gewissermaßen die Großschollen beiderseits der Grenze durch Vergitterung miteinander verbinden.

Mit Annäherung an die Grenze werden die Steilsättel des Dorms und der Asse durch quer zu ihrem Streichen verlaufende Zerrungsspalten abgeschnitten.

Eine auf der Isogammenkarte des Braunschweiger Raumes sich abhebende Linie von der Schimmerwaldzacke bis zum Dorm wird durch starkes nördliches Ausschweifen der Linien charakterisiert. Diese parallel dem Westabbruch des Subherzynen-Beckens verlaufende Linie steht evtl. mit einem, dem von O. Keunecke [10] vorgezeichneten Hauptabbruch östlich vorgelegerten Staffellaabbruch im Zusammenhang.

*Atektionische Salzbewegungen* fanden sich an den Schmalsätteln des Dorms, der Asse und am Vienenburger Sattel. Die dortigen Lagerungsverhältnisse lehren, daß proportional der Heraushebung quer zur axial höchsten Scheitellage die Sattelflanken stark unterdrückt sind und vielfach von Mulden junger Sedimente überlagert werden. Eine Erklärung wurde in der Abwanderung des Salzes von den Flanken in den Sattelkern bzw. in die ausstreichenden Salzstöcke gesehen. Diese Bewegungen sind seit dem Neokom nachzuweisen. Das räumliche Auftreten der axial primär stärksten Sattelhebung scheint an Gebiete von Satteldurchkreuzungen gebunden zu sein.

### Literatur

- [1] Bentz, H., Erläuterungen zur Geotektonischen Karte von Nordwestdeutschland. Hannover-Celle 1949.
- [2] Börger, H., Untersuchung der tektonischen Verhältnisse in der Umgebung von Ibbenbüren unter besonderer Berücksichtigung der Gesteinsklüfte. Jb. Preuß. Geol. L. A. 49, 1928.
- [3] Carlé, W., Bau und Entstehung des Oderwaldsattels. Z. D. Geol. Ges 90, 1939.
- [4] Ebert, A., Gutachten über die Saline Schöningen. 1947.
- [5] Dorn, P., Geologie von Mitteleuropa. Stuttgart 1951.
- [6] Duckstein, K., Die erdgeschichtliche Bedeutung und zeitliche Festlegung des Kluftgitters im Muschelkalk des nördlichen Harzvorlandes und NO-Thüringens. Beitr. z. Geologie Thür. 1944.
- [7] Fulda, E., „Salze“ in: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine III/2 (Beyschlag-Krusch-Voigt) 1938.
- [8] Heinzelmann, K., Tektonische Untersuchungen im Vorland der Mittleren Schwäbischen Alb. Diss. Stuttgart 1935.
- [9] Herrmann, R., Der Gebirgsbau der Höhenzüge von Salzgitter und Lichtenberg im nördlichen Harzvorland. Leopoldina 6, 1930.

- [10] *Keunecke, O.*, Der tiefere Untergrund des Subherzynen-Beckens und seines nord-westlichen Vorlandes auf Grund magnetischer Messungen. Gerlands Beitr. Geophys. Ergänzungsh. angew. Geophys. 3, 1933.
- [11] *Koenen, A. v.*, Über Wirkungen des Gebirgsdruckes im Untergrunde in den tiefen Salzbergwerken. Nachr. d. Ges. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl. 1905.
- [12] *Kölbel, H.*, Die tektonische und paläogeographische Geschichte des Salzgitterer Gebietes. Abh. Amt f. Bodenf. N. F. 207, 1944.
- [13] *Kumm, A.*, Die geologischen und hydrologischen Verhältnisse des Untergrundes von Braunschweig. Jb. Ver. Natw. Braunschw. 22, 1930.
- [14] *Lehmann, H.*, Die Gesteinsklüfte des östlichen Harzvorlandes. Jb. Hall. Ver. N. F. 7, 1928.
- [15] *Lotze, F.*, Über Zerrungsformen. Geol. Rdsch. 22, 1931.
- [16] *Lotze, F.*, Zur Erklärung der tektonischen Klüfte. Cbl. Min. B. 1933.
- [17] *Manger, G.*, Der Zusammenhang von Salztektonik und Braunkohlenbildung bei der Entstehung der Helmstedter Braunkohlenlagerstätten. Mitt. Geol. Inst. Hamburg 21, 1952.
- [18] *Müller, L.*, Untersuchungen über statistische Kluftmessungen. Geologie u. Bauwesen 1933.
- [19] *Richter, G.*, Falten und Brüche im nördlichen Harzrandgebiet. Z. D. Geol. Ges. 87, 1935.
- [20] *Richter, G.*, Harzrand und Subherzyn. Geol. Rdsch. 25, 1934.
- [21] *Roll, A.*, Die strukturelle Entwicklung und Geschichte der Salzstockbildung im Hannoverschen Becken. Erdöl u. Tektonik, Hannover-Celle 1949.
- [22] *Salomon, W.*, Die Bedeutung der Messung und Kartierung von gemeinen Klüften und Harnischen mit besonderer Berücksichtigung des Rheintalgrabens. Z. D. Geol. Ges. 63, 1911.
- [23] *Schmidt, W.* Tektonik und Verformungslehre. Berlin 1932.
- [24] *Schmidt-Thomé, P.*, Helgoland und Hoheneggelsen-Mölme, ein Vergleich zweier saxonischer Aufwölbungen. Geol. Rdsch. 29, 1938.
- [25] *Stille, H.*, Die hessische Tiefe im tektonischen Großbilde Europas. Z. D. Geol. Ges. 88, 1936.
- [26] *Stieler, C.*, Ein Beitrag zum Kapitel „Klüfte“. Cbl. Min. 23, 1922.
- [27] *Stremme, H.*, Gebirgsbildungsvorgänge im Eggegebiet vor und nach dem Neokom. Decheniana 102 A, 1943.
- [28] *Thiele, S.*, Die Scherflächen. Neues Jb. Min. B. 73, 1933.
- [29] *Thiele, S.*, Nochmals die Scherflächen. Cbl. Min. B. 12, 1935.
- [30] *Voigt, E.*, und *Weigelt, J.*, Tektonische Grundlagen der Bildung von Trümmererzlagerstätten im Nordwesten des Harzes. Z. D. Geol. Ges. 83, 1931.
- [31] *Woldstedt, P.*, Zur Tektonik des Subherzynen Beckens. Z. D. Geol. Ges. 76, 1924.
- [32] *Woldstedt, P.*, Über den Charakter schmaler Störungszonen und breiter Sättel im Gebiet zwischen Harz und Hannover. Jb. Preuß. Geol. L. A. 55, 1934.